



⑪ Aktenzeichen: 197 25 498.5-32  
⑫ Anmeldetag: 17. 6. 97  
⑬ Offenlegungstag: -  
⑭ Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 15. 10. 98

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑬ Patentinhaber:

Drägerwerk AG, 23558 Lübeck, DE

⑭ Erfinder:

Koch, Jochim, Dr., 23909 Ratzeburg, DE

⑮ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

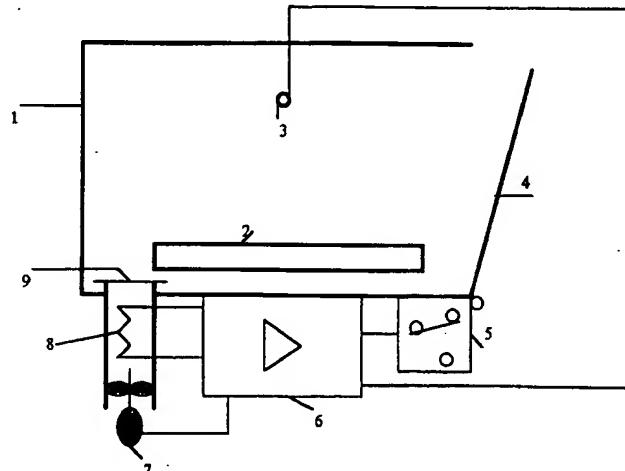
DE 1 96 21 541 C1  
DE 36 07 575 A1  
WO 97 11 663 A1

⑯ Inkubator für Kleinkinder

⑰ Die Erfindung betrifft einen Inkubator (1) mit einer ersten Luftheizung und einem ersten Lüfter, der im Hinblick auf konstante Lufttemperatur und Luftfeuchte im Innenraum auch nach kurzzeitiger Öffnung einer Klappe (4) verbessert ist.

Das Ziel der Erfindung wird dadurch erreicht, daß zusätzlich eine zweite Luftheizung (8) und ein zugeordneter zweiter Lüfter (7) vorgesehen sind, deren Betrieb in Abhängigkeit vom mittels eines Temperatursensors (3) gemessenen Temperaturabfalls der Luft im Innenraum des Inkubators (1) über eine Meß- und Regeleinheit (6) gesteuert wird.

Ein alternativ oder zusätzlich in die Anordnung integriertes Luftanfeuchtermodul mit Heizung ist optional vorgesehen.



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Inkubator für Kleinkinder entsprechend dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Ein gattungsgemäßer Inkubator ist in der DE 36 07 575 A1 beschrieben dessen konstruktive Ausgestaltung die spezielle Luftführung zur Aufrechterhaltung einer stabilen Inkubatorlufttemperatur auch bei teilweise geöffneter Haube in Form eines stabilen Warmluftvorhangs begünstigt. Im Betrieb wird die Innenraumluft zu einem Lüfter und von dort über eine Luftheizung gefördert.

Aus der Patentschrift DE 196 21 541 C1 geht ein modulmäßig aufgebauter Luftanfeuchter hervor, der mittels eines Lüfters aus der Umgebung angesaugte Luft konditioniert in den Pflegebereich Neugeborener abgeben kann.

Aus der PCT WO 97/11663 ist eine Anordnung bei Wärmegegeräten für Kleinkinder bekanntgeworden, welche außer einer Luftheizung und einem Lüfter zur Aufrechterhaltung einer vorgewählten Temperatur zusätzlich eine zweite Heizung in Form eines Infrarotstrahlers oberhalb der Liegefläche aufweist. Sowohl die Luftheizung mit zugeordnetem Lüfter als auch die zweite Heizung in Form des Infrarotstrahlers werden dabei in Abhängigkeit des mittels eines Temperatursensors gemessenen Temperaturverlaufs der Luft über eine Meß- und Regeleinheit gesteuert.

Bisher wurden Inkubatoren für die klinische Praxis vorwiegend mit dem Ziel konzipiert, daß sie im geschlossenen Zustand eine möglichst gleichmäßige Temperatur erreichen und unreife und kranke Früh- und Neugeborene warm genug halten können. In der letzten Zeit hat sich nun gezeigt, daß das Patientengut immer unreifer und kleiner geworden ist und durch entsprechenden medizinisch-technischen Einsatz mit guter Aussicht auf ein Leben mit adäquater Qualität therapiert werden kann.

Die hierfür notwendige Intensivmedizin hat jedoch auch dazu geführt, daß die Manipulation am Patienten immer intensiver geworden ist mit entsprechend häufigem Öffnen der am Inkubator vorgesehenen Zugangsoffnungen, insbesondere in Form von Klappen. Obwohl die Inkubatoren für eine Klimatisierung der Innenraumluft ausgelegt sind, fällt beim Öffnen von Durchgriffsöffnungen oder Frontklappen sowohl die Temperatur als auch die Feuchte mehr oder minder stark ab. Dieser plötzliche Abfall kann mit den bekannten Inkubatoren nicht einfach durch regelungstechnische Maßnahmen, wie entsprechendes Aufheizen und Anfeuchten schnell genug ausgeglichen werden, so daß der Patient tatsächlich einen erhöhten Wärmeverlust erleidet und seine Körpertemperaturen entsprechend sinken.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Inkubator der eingangs genannten Art, für Kleinkinder derart zu verbessern, daß mit wenigen bekannten Funktionselementen eine weitgehende Klimakonstanz im Inneren des Inkubators auch nach dem Öffnen der Inkubatorhaube oder darin vorhandener Klappen erzielt wird.

Die Lösung der Aufgabe erhält man für einen gattungsgemäßen Inkubator der eingangs genannten Art mit den kennzeichnenden Merkmalen von Anspruch 1. Die Unteransprüche enthalten vorteilhafte Weiterbildungen des Inkubators nach Anspruch 1.

Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung besteht darin, daß mittels der Kombination bekannter, leicht verfügbarer Bauelemente eine kompakte, sehr schnell wirksame Möglichkeit bereitgestellt wird, um das angestrebte Ziel einer konstanten Klimatisierung im Innenraum des Inkubators weitgehend zu erreichen, wenn über die Inkubatorhaube bzw. deren geöffnete Klappen ein plötzlicher Temperaturabfall und Feuchtigkeitsverlust der Innenraumluft hervorgerufen wird.

Der Erfindungskern besteht darin, mittels eines zusätzlichen warmen und vorzugsweise angefeuchteten Frischluftstromes in der Zeit, in der die Haube bzw. ein Teil des Inkubators geöffnet ist, die Kompensation der Warmluft-Verluste sicherzustellen. Beim Öffnen einer Klappe wird der Zusatzluftstrom eingeschaltet, der mittels eines Lüfters und einer Luftheizung sowie vorzugsweise eines nachgeschalteten Luftanfeuchters eine gleichbleibende Klimatisierung erzeugt. Messungen an üblichen Inkubatoren haben ergeben, daß die in der Praxis häufig vorkommenden kurzfristigen Warmluftverluste aus dem Inkubator eine zusätzliche kurzfristige Wärmeverluste erfordern, die von der vorhandenen Inkubatorheizung nicht zur Verfügung gestellt werden kann. Die Totzeiten und Regelantwortzeiten liegen im Bereich von etwa wenigen bis zu 10 Minuten, mit entsprechend negativen Folgen für die empfindlichen und kranken Patienten, nämlich Wärme- und Feuchteverluste. Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung ergibt sich für die normale Temperatur- und gegebenenfalls Feuchteregelung des Inkubators. Die für die Hauptheizung zuständige Temperaturregelung, wonach die Innenraumtemperatur mit einem Sensor detektiert, mit dem eingestellten Sollwert verglichen und dementsprechend die Heizung geregelt wird, wird von der Hauben- oder Klappenöffnungsdauer nicht beansprucht und bleibt bei ihrer Regelcharakteristik. Sie kann für die Dauer der Öffnung sogar auf die vorherige Leistung festgestellt werden. Die etwa nach der Öffnung noch vorhandenen Temperaturschwankungen können direkt mit einem zusätzlichen Temperaturregler der zweiten zusätzlichen Luftheizungseinrichtung aus geregelt werden. Beim Schließen der Klappe gibt es dann keine Temperatur-Überschwinger mehr, weil sich die träge Lufthauptheizung nicht auf eine wesentlich höhere Wärmeverlust eingestellt und die entsprechend großen Wärmekapazitäten im Inkubator nicht aufgeheizt haben. Eine alternative Ausführungsform der Erfindung besteht darin, einen erwärmten zusätzlichen Luftanfeuchter im Verbindungsraum zwischen der Umgebung und dem Innenraum des Inkubators bereitzustellen. Dies wird konstruktiv durch ein Luftanfeuchtermodul gelöst, das vorzugsweise als Hohlfasermodul ausgebildet ist und vorgeheizt in Wartestellung auf einer Temperatur von etwa 40 bis maximal 45 Grad bereitgehalten wird. Solange kein Zusatzluftstrom durch die Hohlfasern strömt, wird an den Inkubator keine Wärme abgegeben. Beim Öffnen einer Klappe des Inkubators wird ein Magnetventil bzw. eine Rückschlagklappe durch den betätigten zusätzlichen Lüfter geöffnet, so daß die Luftströmung durch und aus dem Luftanfeuchtermodul in den Inkubator erfolgen kann. Das Hohlfasermodul liefert sofort warme und angefeuchtete Luft von etwa 40 Grad Celsius und 100% relativ Feuchte. Bei entsprechend schneller Regelung der Wasserheizung des Anfeuchtermoduls bleiben diese Werte auch über eine längere Zeit konstant. Der Luftvolumenstrom wird konstruktiv insbesondere so ausgelegt, daß er dem Wärmeverlust des Inkubators bei geöffneter Klappe entspricht. Das Grundprinzip der Erfindung wird durch einen zweiten, zusätzlichen Lüfter gekennzeichnet, der über eine zweite Luftheizung warme Luft in den Inkubator fördert. Sobald ein Schalter detektiert, daß ein Teil der Haube, insbesondere eine Klappe, geöffnet wird, schaltet eine Meß- und Regeleinheit den zusätzlichen Lüfter und die zweite Luftheizung ein. Über einen Temperatursensor wird die Lufttemperatur im Inkubator gemessen. Während der Öffnungszeit der Klappe übernimmt der zusätzliche Lüfter mit der zusätzlichen Luftheizung die Temperaturregelung im Inkubator. Wenn der Sollwert der Lufttemperatur überschritten wird, wird der zusätzliche Lüfter mit der zusätzlichen Luftheizung mit einem längeren Pausen-Puls-Verhältnis getaktet. Nach dem Schließen der Klappe wird die Zusatzein-

richtung wieder ausgeschaltet. Dann übernimmt wieder der übliche Temperaturregler des Inkubators die eigentliche Temperaturregelung des Innenraumes. Damit während der Öffnungszeit der Klappe die normale Luftheizung nicht auskühlt oder mit voller Leistung weiterarbeitet und nach dem Schließen der Klappe abkühlt oder überhitzt (Unter- bzw. Überschwingen), wird die normale Inkubatorheizung während der Öffnungszeit der Klappe genau mit derselben Heizleistung weiterbetrieben, die kurz vor dem Öffnen der Klappe notwendig war, um den gewünschten stationären Betriebszustand zu erhalten. Die normale Temperaturregelung des Inkubators wird für diese Zeitspanne überbrückt. Es können sich somit auch keine integralen Anteile durch mögliche Abweichungen vom Sollwert bei verwendetem Proportional-Integral-Regler aufbauen.

Im folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der einzigen Figur erläutert.

Die Figur zeigt eine schematische Darstellung der Erfindung zur Konstanthaltung der Lufttemperatur in einem Inkubator. Die in jedem Inkubator vorhandene Basis-Temperaturregelung mit den zugehörigen Komponenten ist nicht weiter dargestellt. Während des normalen Betriebes wird der Inkubator mit einer Basis-Luftheizung betrieben. Die Heizleistung wird entsprechend der Abweichung zwischen Sollwert und wirklicher Lufttemperatur geregelt. Die Figur stellt einen Schnitt durch einen Inkubator 1 dar, der im Frontbereich eine Klappe 4 aufweist, die für die Behandlung oder Versorgung des Patienten kurzzeitig geöffnet wird. Die Liegefäche 2 für den Patienten ist gleichfalls nur schematisch dargestellt. Durch Öffnen der Klappe 4 wird ein Schalter 5 betätigt der über die Meß- und Regeleinheit 6 sowohl den zusätzlichen Lüfter 7 als auch die zusätzliche Luftheizung 8 einschaltet. Während der Öffnung der Klappe 4 übernimmt die Zusatzluftheizung die Temperaturregelung im Inkubator 1. Die Rückschlagklappe 9 öffnet, sobald der zusätzliche Lüfter 7 in Betrieb gesetzt wird. Lüfter 7 und zugehörige Luftheizung 8 befinden sich im vorzugsweise rohrförmige ausgebildeten Verbindungsraum zwischen Umgebung und Innenraum des Inkubators 1. Mittels des Temperatursensors 3 wird die Lufttemperatur im Innenraum des Inkubators 1 erfaßt und an die Meß- und Regeleinheit 6 weitergegeben, die den Betrieb des Lüfters 7 und der Luftheizung 8 in Abhängigkeit von voreingestellten Temperatursollwerten steuert. Bei Überschreiten des Sollwertes der Lufttemperatur wird die Zusatzluftheizung ausgeschaltet. Wenn der Sollwert der Lufttemperatur unterschritten wird, wird die Zusatzluftheizung mit einem längeren Pausen-Puls-Verhältnis getaktet. Nach dem Schließen der Klappe 4 wird die erfindungsgemäße Zusatzeinrichtung wieder ausgeschaltet. Dann übernimmt wieder der nicht dargestellte normale Temperaturregler des Inkubators 1 die eigentliche Temperaturregelung des Innenraumes.

Falls der gleichzeitig mit der Klappenöffnung einhergehende Feuchteverlust der Luft ausgeglichen werden soll, muß zusätzlich zu der aufgewärmten, vorzugsweise direkt aus der Umgebung zugeführten Luft auch noch Feuchte zugegeben werden. Das würde jedoch bedeuten, daß nicht nur der Feuchteverlust ausgeglichen werden muß, der durch den Verlust des Warmluftvorganges an der Peripherie des Inkubators 1 entsteht, sondern auch noch der Feuchteverlust der gesamten Luft, die der zusätzliche zweite Lüfter 7 aus der relativ trockenen Umgebung zuführt. Es hat sich herausgestellt, daß besonders günstige energetische Bedingungen vorliegen, wenn ein besonders schnellwirkender Luftanfeuchter zur Anwendung kommt, der nicht notwendigerweise zusätzliche Umgebungsluft zum Antrieb benötigt. Dies kann vorzugsweise mittels einen Anfeuchtermoduls realisiert werden, wie in der Patentschrift

DE 196 21 541 C1 beschrieben. Dieses Modul wird ständig auf einer Betriebstemperatur von 40 bis etwa 45 Grad Celsius gehalten. Sobald die Klappe 4 geöffnet wird, wird der nachfolgende zusätzliche zweite Lüfter 7 mit dem in Strömungsrichtung nachfolgenden Luftanfeuchter eingeschaltet. Anstelle eines zusätzlichen Lüfters 7 könnte auch ein Ventil einen Bypass über den Luftanfeuchter freigeben, so daß der Luftvolumenstrom von dem nicht dargestellten Hauptlüfter des Inkubators abgezweigt wird. In der Praxis wird durch Öffnen der Klappe 4 mittels eines die Öffnung detektierenden Schalters 5 über die Meß- und Regeleinheit 6 die Heizleistung eines elektrisch beheizten Luftanfeuchters in ca. 10 bis 12 Sekunden auf höchste Leistung eingestellt, bis eine Erhöhung der Innenraumtemperatur vom Temperatursensor 3 des Inkubators 1 detektiert wird. Dann wird die Heizleistung des Luftanfeuchters durch Verlängerung der Pausen zwischen den einzelnen Strompulsen für die Heizung wieder reduziert und bezogen auf die Sollwert-Temperatur geregelt. Nach dem Schließen der Klappe 4 wird die erhöhte Heizleistung des Luftanfeuchters wieder auf die normale, für den geschlossenen Inkubator 1 stationäre Heizleistung reduziert. Die Heizleistung des Luftanfeuchters wird von der Meß- und Regeleinheit 6 wieder dem Sollwert der Innenraumluftfeuchte des Inkubators und die Heizleistung der Heizeinrichtung dem Sollwert der Innenraumlufttemperatur des Inkubators 1 zugeordnet.

#### Patentansprüche

1. Inkubator für Kleinkinder mit einer Luftheizung und einem Lüfter, dadurch gekennzeichnet, daß zum Ausgleich des, mittels eines Temperatursensors (3) gemessenen, Temperaturabfalls im Inkubator (1) infolge des Öffnens der Inkubatorhaube, zusätzlich ein Schalter (5), eine zweite Luftheizung (8) und ein zugeordneter zweiter Lüfter (7) vorhanden sind, wobei der Schalter (5) durch das Öffnen der Inkubatorhaube aktiviert wird und durch ein elektrisches Signal zu einer Meß- und Regeleinheit (6) die zweite Luftheizung (8) und den zweiten Lüfter (7) einschaltet, so daß über den Meß- und Regelkreis, bestehend aus Temperatursensor (3), Meß- und Regeleinheit (6), zweiter Luftheizung (8) und zweitem Lüfter (7) die Temperaturregelung im Inkubator (1) erfolgt.
2. Inkubator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in Luftströmungsrichtung hinter dem zweiten Lüfter (7) zusätzlich ein Luftanfeuchter angeordnet ist, wobei der Luftanfeuchter vorzugsweise aus einem Hohlfaserbündel aufgebaut ist.
3. Inkubator nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zum Betrieb des Luftanfeuchters dieser mit der Meß- und Regeleinheit (6) verbunden ist und über die Einstellung der Heizleistung gesteuert wird.
4. Inkubator nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Luftheizung (8) und der zugeordnete zweite Lüfter (7) in einem Verbindungsraum zwischen der Umgebung und dem Innenraum des Inkubators (1) angeordnet sind, wobei in Luftströmungsrichtung hinter der zweiten Luftheizung (8) mit zugeordnetem zweiten Lüfter (7) eine nur bei Betrieb des zweiten Lüfters (7) öffnende Rückschlagklappe (9) angeordnet ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

